

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA

EVALDO PEREIRA DE REZENDE

A NOÇÃO DE PROGRESSO CIENTÍFICO EM THOMAS KUHN

BRASÍLIA

2013

EVALDO PEREIRA DE REZENDE

A NOÇÃO DE PROGRESSO CIENTÍFICO EM THOMAS KUHN

Monografia apresentada ao Departamento de Filosofia da Universidade de Brasília, para a obtenção do grau de Licenciado em Filosofia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel José Simon Rodrigues

BRASÍLIA

2013

EVALDO PEREIRA DE REZENDE

A NOÇÃO DE PROGRESSO CIENTÍFICO EM THOMAS KUHN

Monografia apresentada ao Departamento de Filosofia da Universidade de Brasília, para a obtenção do grau de Licenciado em Filosofia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel José Simon Rodrigues

Aprovada em 19 de dezembro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Samuel José Simon Rodrigues
Orientador
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Agnaldo Cuoco Portugal
Membro da Banca Examinadora
Universidade de Brasília

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, por possibilitar as condições materiais necessárias para a minha permanência na universidade, no primeiro ano da minha graduação.

À minha mãe, por todo o esforço e dedicação, que foram indispensáveis para que eu conseguisse chegar até aqui.

E um agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Samuel José Simon Rodrigues, cujo convite para prosseguir com a pesquisa empreendida durante o período em que cursei a disciplina “Tópicos Especiais de Teoria da Ciência” foi fundamental para que este trabalho tenha sido possível.

RESUMO

O presente texto visa discutir a noção de progresso científico em Thomas Kuhn, por meio de uma abordagem geral acerca da ideia de progresso, a partir de uma perspectiva histórica, e mais especificamente, do ponto de vista da ciência, encerrando a discussão com uma comparação entre o progresso científico e o filosófico. No capítulo seguinte, há um estudo pormenorizado sobre as ideias de Kuhn a respeito do trabalho científico, com uma exposição detalhada das etapas pelas quais o desenvolvimento da ciência acontece, desde a fase pré-paradigmática, passando pela ciência normal até chegar ao período de crise e, conseqüentemente, à fase da ciência extraordinária e da revolução científica, quando é estabelecido um novo paradigma. Para finalizar o capítulo, há uma explanação acerca do que Kuhn convencionou chamar de matriz disciplinar, ideia que surge para substituir o conceito de paradigma. Por fim, o último capítulo trata especificamente do tema deste trabalho, com uma apresentação minuciosa sobre o progresso da ciência na concepção de Kuhn, que converge, finalmente, para algumas considerações críticas a respeito da similaridade entre as noções de progresso científico defendidas por Popper e Kuhn.

Palavras-chave: Kuhn, Progresso, Ciência, Paradigma.

ABSTRACT

The present text aims discuss the notion of progress scientific in Thomas Kuhn, by means of a general approach about the idea of progress, from a historical perspective, and more specifically, from the point of view of science, ending the discussion with a comparison between scientific progress and philosophical. In the following chapter, there is a detailed study be undertaken about of the ideas of Kuhn about the scientific work, with a detailed exposition of the stages through which the development of science happens from pre-paradigmatic phase, through normal science to reach the period of crisis and, consequently, the phase of extraordinary science and the scientific revolution, a new paradigm when it is established. To end the chapter, there is an explanation about what Kuhn conventionally called the disciplinary matrix, idea that arises to replace the concept of paradigm. Lastly, the last chapter deals specifically with the subject of this work, with a detailed presentation on the progress of science in Kuhn's conception, which converges, finally for some critical considerations about the similarity between the notions of scientific progress espoused by Popper and Kuhn.

Keywords: Kuhn, Progress, Science, Paradigm.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
1. NOÇÕES GERAIS ACERCA DO PROGRESSO.....	8
1.1 Uma perspectiva histórica.....	8
1.2 O progresso científico.....	13
1.3 Progresso científico × Progresso filosófico.....	17
2. AS IDEIAS DE THOMAS KUHN ACERCA DO TRABALHO CIENTÍFICO.....	20
2.1 O estabelecimento da ciência normal.....	20
2.2 Ciência Normal como resolução de problemas.....	24
2.2.1 Ciência Normal como solução de quebra-cabeças.....	25
2.3 O surgimento de anomalias.....	27
2.4 A ocorrência de crises.....	29
2.5 A ciência extraordinária.....	31
2.6 Revoluções científicas e adoção de um novo paradigma.....	32
2.7 A ampliação do conceito de paradigma: a matriz disciplinar.....	36
3. A NOÇÃO DE PROGRESSO CIENTÍFICO EM THOMAS KUHN.....	39
3.1 Esboço inicial do problema.....	39
3.2 O progresso na ciência normal.....	40
3.3 O progresso e as revoluções científicas.....	41
3.4 Progresso e evolução.....	42
3.5 Considerações críticas sobre a ideia de progresso em Popper e Kuhn.....	44
CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48

INTRODUÇÃO

O presente trabalho pretende analisar a noção de progresso científico em Thomas Kuhn (1922 – 1996), demonstrando como essa questão emerge das diversas considerações do autor acerca do trabalho científico. Kuhn foi um pensador estadunidense considerado um dos mais importantes filósofos da ciência do século XX. Dentre outras contribuições a essa área, Kuhn teve o mérito de revolucionar o modo pelo qual a ciência era entendida até então, ao defender que esta não se restringe apenas às observações, leis e teorias, mas também abrange um conteúdo histórico, a partir do qual Kuhn propõe a sua visão de ciência, exposta em seu ensaio *A Estrutura das Revoluções Científicas*.

Com o objetivo principal de discutir a noção de progresso em Kuhn, este estudo está estruturado em três capítulos correlacionados. O Capítulo 1 visa fornecer subsídios para embasar a discussão acerca da ideia de progresso científico, ao delinear a noção de progresso de um ponto de vista histórico e geral, inclusive apresentando uma distinção entre o progresso filosófico e o científico. Na sequência, o Capítulo 2 consiste em uma preparação para o debate acerca do progresso científico em Kuhn, por meio da discussão de questões centrais apresentadas no ensaio *A Estrutura das Revoluções Científicas*, problemas que conduzem à questão do progresso. Por fim, o Capítulo 3 apresenta a noção de progresso científico para Kuhn propriamente dita, baseando-se, para tanto, em tudo o que foi exposto anteriormente, para que se tenha uma visão mais abrangente do problema a ser tratado.

1. NOÇÕES GERAIS ACERCA DO PROGRESSO

1.1 Uma perspectiva histórica

No tocante à antiguidade, a opinião dos homens é totalmente imprópria e, a custo, congruente com o significado da palavra. Deve-se entender mais corretamente por antiguidade a velhice e a maturidade do mundo e deve ser atribuída aos nossos tempos e não à época em que viveram os antigos, que era a do mundo mais jovem. Com efeito, aquela idade que para nós é antiga e madura é nova e jovem para o mundo. (BACON, 1979, p. 51).

De acordo com Nicola Abbagnano, em seu *Dicionário de Filosofia*, a citação que inicia este capítulo, extraída do *Novum Organum* de Francis Bacon (1561 – 1626), consiste na primeira enunciação da noção de progresso como a crença de que os acontecimentos históricos acontecem da forma mais desejável, propiciando um crescente aperfeiçoamento. Na citação acima, Bacon subverte as noções comuns de antiguidade e juventude, atribuindo a uma dessas palavras o significado comumente aceito para a outra. Segundo Bacon, a antiguidade é sinônimo de velhice e, deste modo, deveria referir-se a um tempo posterior, e não aos tempos ditos “antigos”; enquanto que estes, rotulados como “antiguidade” são, na verdade, o que se deveria compreender por juventude. Podemos perceber que a proposta de Bacon é análoga ao que entendemos por desenvolvimento da vida humana, em que a juventude antecede a velhice, em que a idade nova é anterior a idade antiga. Contudo, a visão preponderante em relação à História é que os tempos antigos antecedem os tempos novos. Ao relacionar antiguidade com velhice e maturidade, Bacon critica essa noção comum, dizendo que a palavra “antiguidade” deve ser aplicada aos nossos tempos, afinal, a cada instante que passa, o mundo torna-se mais antigo. Por sua vez, a palavra “juventude” deve ser utilizada para se referir aos tempos que já passaram, pois naquela época, o mundo era muito mais jovem do que é atualmente.

Essa citação, embora não explicitamente, pode ajudar-nos a tecer importantes considerações acerca da noção de progresso. Conforme Abbagnano (2007), o progresso pode ser entendido como um crescente aperfeiçoamento ocasionado pelos acontecimentos históricos. Tal aperfeiçoamento, entendido como a evolução de alguma

coisa, possui uma estreita relação com a ideia de maturidade, ou seja, de algo que já alcançou certo desenvolvimento. Se aceitarmos essa interpretação, podemos entender que à medida que o tempo vai passando, em que caminhamos em direção à antiguidade e maturidade do mundo (na concepção de Bacon), ocorre um crescente aperfeiçoamento ou, em outras palavras, um progresso.

No século XVII, a noção de progresso começa a desenvolver-se graças à disputa acerca da superioridade dos antigos ou dos modernos. Tal querela nasceu na Itália, graças a uma coleção de pensamentos acerca de variados assuntos, de autoria de Alessandro Tassoni (1565–1635), intitulada *Dieci libri di pensieri diversi di Alessandro Tassoni*¹, publicada em 1620. A disputa desenvolveu-se especialmente na França e Inglaterra, discutindo sobre o conceito de história como progresso. De acordo com Abbagnano (2007), a noção de progresso surgiu justamente por causa dessa discussão e, especialmente, devido à obra *Diálogo dos mortos* (1683), de Fontenelle. A visão baconiana, repetida por Fontenelle, consistiu na primeira elaboração da noção de progresso.

No século seguinte, a noção de progresso continuou vinculada à História, dessa vez desenvolvida pelos pensadores iluministas Voltaire (1694–1778), Robert Turgot (1727–1781) e Cordorcet (1743–1794), que contribuíram para completar o quadro que os iluministas franceses elaboraram acerca da História, ao afirmarem que a História possui uma ordem progressiva (embora não necessariamente), e que o seu progresso consiste na prevalência da razão como guia das ações humanas. Na obra *Plano de Dois Discursos sobre a História Universal*² (1751), Turgot afirma que a história universal é o estudo dos sucessivos progressos do gênero humano e o estudo das causas de tal evolução. Trata-se, portanto, de uma visão de História como evolução da razão humana, e por isso Turgot considera como progresso o desenvolvimento das artes mecânicas que possibilitam o controle humano sobre a natureza e a libertação do despotismo. Ou seja, a visão de progresso esboçada por Turgot consiste na liberdade humana em relação à natureza e aos outros homens. Por sua vez, em seu trabalho denominado *Esboço de um*

¹ Em português, *Dez livros de pensamentos diversos de Alessandro Tassoni*.

² No original, em francês, *Plan de deux Discours sur l'Histoire Universelle*.

*Quadro Histórico dos Progressos do Espírito Humano*³ (1794), Condorcet reformula as ideias de Voltaire e Turgot acerca da História, defendendo que o espírito humano é capaz de um aperfeiçoamento indefinido e ilimitado. Para Condorcet, o futuro da espécie humana está condicionado a três aspectos: fim das desigualdades entre as nações; progressos da igualdade no mesmo povo; e o aperfeiçoamento real do homem. Esses progressos constituem o triunfo da razão, ou seja, as condições para estes progressos residem no desenvolvimento indefinido do conhecimento científico, do qual Condorcet extrai o seu ideal de progresso.

O século XIX assistiu à afirmação da ideia de progresso, que assume, logo nas primeiras décadas, o caráter de necessidade. Tratava-se da influência do Idealismo na concepção de progresso: para a filosofia da história dos idealistas alemães, o progresso histórico é necessário, mas independente da ação humana. Segundo esses pensadores, o progresso histórico consiste simplesmente na realização do espírito absoluto, que, no entanto, caminha em direção a uma meta, uma finalidade específica, que é a liberdade. Porém, não se trata de uma liberdade de escolha, de caminhos a seguir, mas sim da liberdade em relação à natureza. Ou seja, a liberdade não consiste em uma escolha entre uma série de alternativas disponíveis, mas dado que não há tais alternativas, a liberdade consiste apenas no reconhecimento que tal progresso histórico é necessário.

A ideia de progresso influenciou outra corrente filosófica do século XIX, que foi o Positivismo de Auguste Comte (1798 – 1857). Para Comte, o progresso consiste na ideia diretiva da ciência e da sociologia, no desenvolvimento da ordem. A influência da noção de progresso pode ser percebida claramente em uma das principais contribuições teóricas de Comte: a Lei dos Três Estágios⁴, que afirma que no decorrer de sua existência, o homem passa do estágio teológico para o metafísico, e deste para o positivo. Trata-se de uma evidente alusão ao progresso humano, à passagem de um estado inferior para um superior. Para elaborar essa Lei, Comte inspirou-se na obra *Plano de Dois Discursos sobre a História Universal*, de Turgot, já mencionada anteriormente. Segundo Mello (2011), o também já mencionado *Esboço de um Quadro*

³ No original, em francês, *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*.

⁴ Também conhecida como Lei dos Três Estados. Em seu *Dicionário de Filosofia* (2007), Nicola Abbagnano denomina-a Lei das Três Etapas.

Histórico dos Progressos do Espírito Humano, de Condorcet, foi fundamental para a formação de Comte, pois esse trabalho discute a ideia do aperfeiçoamento do espírito humano de maneira progressiva. Sendo assim, torna-se claro que Comte elaborou suas ideias acerca do progresso apoiando-se na tradição filosófica do século XVIII.

No decorrer do século XIX, a concepção de progresso vai perdendo o seu viés histórico, mas não o seu caráter de necessidade, uma vez que a ocorrência de progresso passa a ser vinculada a uma lei geral, e não a um simples otimismo em relação ao futuro. Nesse período, a concepção de progresso afasta-se um pouco da História e aproxima-se da ciência, nomeadamente da evolução. Herbert Spencer (1820–1903), por exemplo, acreditava que o progresso era oriundo da evolução, ou seja, de uma adaptabilidade sempre crescente ao ambiente. Para Spencer, qualquer grau de civilização derivaria de adaptações feitas anteriormente, correspondendo à adoção de comportamentos adequados para a luta pela sobrevivência. A conexão entre as ideias de progresso e evolução pode ser percebida no seguinte trecho de um ensaio de Spencer intitulado *Progresso* (1857), citação destacada por Abbagnano (2007):

Quer se trate do desenvolvimento da Terra, quer se trate do desenvolvimento da vida sobre sua superfície, do desenvolvimento da sociedade, do governo, da indústria, do comércio, da língua, da literatura, da ciência, da arte, no fundo de todo progresso está sempre a mesma evolução que vai do simples ao complexo, através de diferenciações sucessivas. (SPENCER, H. *Progresso*, apud ABBAGNANO, 2007, p. 462).

Para Spencer, a evolução é um progresso necessário e, no que diz respeito ao gênero humano, cessará apenas quando ocorrer a total perfeição e felicidade. Cabe ressaltar que tais concepções de Spencer não dizem respeito à teoria da evolução biológica, que posteriormente desvinculou as noções de progresso e evolução, mas sim ao evolucionismo⁵, que é uma corrente de pensamento próxima à teoria da evolução.

⁵ Segundo Abbagnano (2007), trata-se de um conjunto de doutrinas filosóficas que consideram a evolução como a característica fundamental de qualquer forma de realidade, e assim o princípio adequado para explicá-la. Trata-se de uma doutrina metafísica que se refere à realidade em geral, que utiliza as hipóteses e resultados da teoria da evolução, mas que transcende o que qualquer teoria científica pode comprovar. Destaca-se por identificar, em qualquer forma de evolução, o progresso.

Apesar dessas diferenças sutis entre a teoria da evolução e o evolucionismo, a obra *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*⁶ (1859), do naturalista britânico Charles Darwin (1809 – 1882), segue a mesma linha de pensamento de Spencer, enfatizando a preponderância das leis naturais sobre o processo histórico, e atribuindo uma base científica à concepção de progresso, apresentando argumentos favoráveis à ideia de transformismo biológico, interpretado como um melhoramento, em um sentido progressista. Contudo, conforme dito acima, a teoria biológica da evolução abandonou a ideia de que a evolução implica um progresso contínuo e necessário.

Em relação ao progresso, o século XX foi marcado pela crise desse conceito, causada por mudanças de orientação no âmbito da ciência que sustentara tal ideia (pelo menos durante o século XIX), que foi a Biologia. Isso ocorreu porque houve o retorno do significado científico da teoria da evolução e, com ele, da neutralidade característica da ciência. Uma observação importante, capaz de tornar claro esse fato, é que as teorias biológicas da evolução de Darwin e Alfred Wallace (1823–1913) caracterizam-se por apontar que a formação dos seres vivos não obedece a uma ordem necessária, estando sujeita a variações que podem ocorrer ao acaso, e sendo assim, dada essa eventualidade que rege a formação dos seres vivos, não há uma ideia de progresso ou retrocesso. Mas pode-se dizer que existe um aumento da complexidade e irreversibilidade no que concerne à sucessão de transformações biológicas.

Contudo, a crença no progresso encontrou respaldo na revolução tecnológica que caracterizou o século XX, pois ela modificou rapidamente as condições externas de vida e colocou o ser humano em uma situação de conforto nunca vista antes. Isso alimenta a crença de que, dado que o mundo atual é melhor, em termos tecnológicos, do que o passado, então o futuro será melhor do que o presente. Além disso, o pensamento científico não abandonou definitivamente a ideia de progresso: alguns cientistas acreditam que a ciência poderá resolver os problemas da humanidade e, assim, permitir o progresso indefinido do gênero humano, desde que sob bases científicas. Novamente, é a Biologia que, sobretudo, possibilita o desenvolvimento dessas teorias.

⁶ Em português, *Sobre a Origem das Espécies por Meio da Seleção Natural*.

1.2 O progresso científico

A exposição precedente visou apresentar uma noção mais geral sobre o progresso, optando-se por uma abordagem histórica que permitiu compreender como as mais diversas tradições do pensamento apropriaram-se dessa noção e utilizaram-na no contexto de suas próprias ideias. A partir de agora, torna-se necessário desenvolver uma exposição mais específica, acerca do progresso científico.

Inicialmente, cabe destacar que as culturas mais antigas, em geral, não poderiam admitir a noção de progresso científico, até porque vigorava a ideia de que o decurso histórico é uma decadência contínua em relação a um tempo de ouro inicial. Por sua vez, os medievais admitem o crescimento do saber, mas com uma particularidade: não se tratava de produzir conhecimentos novos, mas somente a recapitulação de um saber já definido e consagrado; conhecimento, para eles, era apenas o domínio dos modelos antigos. Somente a partir do século XV, com o desenvolvimento dos saberes técnicos específicos (mecânica, alquimia), tal mentalidade começa a mudar. O progresso científico passa a ser visto como o resultado progressivo de uma pesquisa coletiva e contínua. Ou seja, trata-se da ideia de um conhecimento científico oriundo da colaboração de diversas pessoas.

Contudo, a noção de progresso científico só surgiu explicitamente com a revolução científica do século XVII, que trouxe algumas inovações no que diz respeito ao conhecimento: salientou o caráter eminentemente científico do progresso, limitando assim o uso do termo; defendeu que o saber é cumulativo e não algo permanente e já finalizado e, por fim, defendeu o caráter público e utilitário do saber, em oposição à ideia de que o conhecimento era reservado apenas para os iniciados em determinado campo do saber. Ou seja, a revolução científica também representou uma mudança radical na forma de conceber o progresso científico, em que se pode destacar o seu caráter de acumulação.

O século XIX, caracterizado pelo advento do positivismo e do evolucionismo de Spencer, provoca uma visão de progresso científico atrelada à ideia de um caminho necessário, de um determinismo, conforme exposto no tópico anterior. Já no século XX, vigoraram várias noções distintas de progresso científico, tais como a do progresso científico como acumulação (ideia de que o conhecimento científico é cumulativo), que

tem como um de seus representantes o filósofo estadunidense Hilary Putnam (1926-); o progresso científico como aproximação da verdade (em que não há apenas acúmulo, mas uma seleção que provoca eliminação de certos dados científicos), representado, entre outros, por Karl Popper (1902–1994) e Imre Lakatos (1922–1974); e o progresso científico como funcionalidade (em que o progresso deve ser valorizado devido à eficácia das teorias), visão que está presente nas mais diversas correntes, desde o historicismo de Thomas Kuhn ao instrumentalismo⁷ de Bas van Fraassen (1941-) e Larry Laudan (1941-). Uma vez que a ideia de progresso científico como acumulação parece evidente por si mesma, este estudo pretende expor de modo mais pormenorizado os dois últimos tipos de progresso: o de aproximação da verdade e o de funcionalidade, pois ambos possuem particularidades relevantes para serem destacadas. Dessa forma, a parte final desse tópico visa apresentar o progresso como aproximação da verdade, com a discussão acerca das ideias de Popper e Lakatos. O progresso como funcionalidade será exposto apenas no Capítulo 3, dedicado exclusivamente à discussão principal desse trabalho, onde será apresentada, de forma mais abrangente, a ideia de progresso científico em Kuhn.

A noção popperiana de progresso científico se insere no contexto do progresso como aproximação da verdade, conforme indicado acima. O filósofo discute esse termo em uma conferência intitulada *A Racionalidade das Revoluções Científicas*⁸, adotando um discurso com um viés biológico, a partir de um ponto de vista da seleção natural, pois tal abordagem possibilita-lhe introduzir os dois conceitos necessários à sua análise: as ideias de instrução e de seleção. Para Popper, a ciência ou o seu progresso são formas através das quais os seres humanos se adaptam ao ambiente⁹. Em cada um dos níveis de adaptação, a instrução e a seleção desempenham um papel específico. No caso, por exemplo, do nível científico, a estrutura herdada que permite a adaptação (que no caso

⁷ O instrumentalismo pode ser definido como uma atitude própria da epistemologia contemporânea comprometida com o antirrealismo e o descompromisso ontológico. Segundo essa posição, as entidades não observáveis tratadas pelo discurso científico não precisam existir de fato, mas apenas permitir que tal discurso possa tratar dos fenômenos observáveis.

⁸ O texto dessa conferência é parte integrante da coletânea organizada pelo professor Vamireh Chacon, denominada *Lógica das Ciências Sociais*, constituída por textos cedidos pelo próprio Karl Popper.

⁹ Popper não distingue claramente as noções de adaptação e progresso, utilizando os termos indistintamente, conforme pode ser percebido no seguinte trecho: “Meu maior problema nesta parte da minha alocução será investigar as semelhanças e diferenças entre as estratégias de progresso ou adaptação ao nível científico e àqueles dois outros níveis” (POPPER, 2004, p. 52).

são as teorias científicas dominantes) é transmitida através da instrução, que por sua vez, é interna à própria estrutura. Tal transmissão é feita por meio da imitação e tradição social. Quando essas estruturas são expostas a algum tipo de desafio (como, por exemplo, problemas teóricos), são produzidas variações das instruções herdadas, também provenientes da própria estrutura. No caso do domínio científico, tais variações correspondem a teorias experimentais revolucionárias. Após a fase em que surgem variações, há um período de seleção das variações disponíveis, em que apenas as instruções mais adaptadas sobrevivem e são transmitidas futuramente. Popper denomina de seleção natural esse processo de eliminação de erro ou de instruções menos adaptadas.

Segundo Popper, tal variação no domínio científico, que corresponde à adoção de uma nova teoria, pode solucionar problemas, mas, todavia, ocasiona muitos problemas novos. Isso ocorre porque, de acordo com Popper, uma nova teoria funciona como um novo órgão sensitivo, que possui a capacidade de perceber problemas que não foram notados pela teoria anterior. Haverá progresso se os novos problemas estiverem em um nível de profundidade distinto dos problemas anteriores. Ou seja, os problemas novos serão mais profundos do que os antigos, e também estarão em maior número. Essa é a maneira pela qual, segundo Popper, ocorre o progresso científico.

Para Popper, o progresso científico, também denominado descoberta científica, depende da instrução (como um elemento conservador, responsável pela transmissão das estruturas que permitem a adaptação) e da seleção (uso da experimentação e eliminação de erros, para expor a fraqueza das teorias e tentar refutá-las). Ademais, apesar de ter discutido a questão do progresso do ponto de vista da seleção natural, Popper também adota critérios racionais ou lógicos em suas considerações acerca do tema. O filósofo propõe dois critérios racionais para o progresso científico: em primeiro lugar, defende que uma nova teoria representa um avanço em relação às outras se tal teoria conflitar com a teoria precedente, contradizendo-a em algum aspecto (caráter revolucionário do progresso) e que, apesar disso, a nova teoria sempre deverá explicar completamente o sucesso de sua antecessora, apresentando resultados igualmente bons, e, se possível, melhores do que os resultados obtidos pela teoria anterior nos casos em que foi bem sucedida (caráter conservador do progresso). Ou seja, na concepção de Popper, uma nova teoria não representa uma ruptura completa em relação à anterior. De

acordo com ele, esses critérios lógicos possibilitam decidir se uma teoria nova será melhor do que a antiga, antes mesmo da realização de testes, mas desde que àquela se submeta a estes. Trata-se, segundo Popper, de um critério de progresso.

Apesar de Popper não ter discutido como a sua noção de progresso relaciona-se com a aproximação da verdade, é possível identificar como isso acontece. Para tal propósito, temos de destacar que o critério popperiano de validação de um sistema científico é o da falseabilidade ou refutabilidade. Isso significa que a corroboração de teorias não é feita mediante a sua verificação empírica, mas sim por meio de tentativas de refutá-la. Em outras palavras, uma teoria científica pode ser singularmente comprovada em um teste na medida em que é capaz de resistir a testes que visam a sua refutação. Assim, conforme uma teoria resiste aos testes, em um processo em que são eliminadas as teorias concorrentes, mais ela aproxima-se da verdade, pois à medida que tal teoria é corroborada em razão do fracasso das tentativas de abandoná-la, maior é o seu grau de verossimilhança¹⁰.

Por sua vez, Lakatos aperfeiçoou o critério falsificacionista ao aplicá-lo a conjuntos de hipóteses, e não apenas a teorias individuais. Para ele, uma teoria T2 representa um progresso em relação à T1 quando o dado que falsifica esta última for uma prova a favor de T2, sendo que tal prova deve ser contraditória ou pelo menos independente de T1. Além disso, T2 deve ser capaz de explicar todos os fatos explicados por T1 e mais outros, ou prever fatos não antevistos por essa teoria anterior¹¹. Ou seja, T2 deve ter um alcance maior do que T1. Ao explicar um maior

¹⁰ Segundo a teoria da verossimilhança de Popper, uma teoria T2 é mais verossímil do que uma teoria T1 se todas as consequências verdadeiras de T1 também são verdadeiras em T2, se as consequências falsas de T1 são verdadeiras em T2, e se é possível obter em T2 consequências não extraíveis de T1. Para Popper, esse seria o critério para que o cientista decidisse qual das teorias em disputa possui um maior grau de verdade. Trata-se de escolher, entre duas teorias falsas, aquela que mais se aproxima da verdade. Contudo, a teoria da verossimilhança popperiana enfrentou diversas críticas de pensadores como David Miller, John Harris, dentre outros. Os críticos argumentam que, entre duas teorias falsas, uma delas não pode ser mais verossímil do que a outra, pois a sua veracidade e falsidade aumentam ou diminuem simultaneamente, tornando inaceitável a ideia de que uma teoria aproxima-se mais da verdade, dado que ao acrescentarmos um enunciado verdadeiro a certa teoria, também acrescentamos um falso; e ao retirarmos um enunciado falso, fazemos o mesmo com um verdadeiro. Sendo assim, a teoria da verossimilhança de Popper possui contradições lógicas. Após um tempo, Popper abandonou essa teoria.

¹¹ É evidente a semelhança entre as ideias de Lakatos e Popper. Enquanto que para o primeiro a nova teoria deve prever fatos não percebidos pela teoria anterior, para Popper a nova teoria deve realizar previsões que eram muito improváveis antes de sua corroboração. Se tais previsões não forem refutadas por testes rigorosos, então a teoria é confirmada por esses testes. Segundo Popper, “a teoria que faz previsões novas, ousadas e improváveis, as quais não são refutadas por testes rigorosos, pode ser

número de fatos do que T1, a nova teoria T2 consiste em uma melhor aproximação da verdade.

1.3 Progresso científico × Progresso filosófico

No estudo intitulado *Os Progressos da Filosofia no Século XX*¹², Nelson Gomes (p. 858) esclarece que não existe um conceito precisamente definido de progresso, apontando como um dos motivos o fato de que a ideia de progresso possui diversos usos. Sendo assim, as definições empregadas para discutir tal ideia não devem ser consideradas de maneira absoluta, mas sim como uma tentativa de explorar os diversos significados possíveis para a noção de progresso.

Assim, tais definições são úteis para delimitar os mais distintos usos da palavra progresso. Nesse sentido, o texto de Nelson Gomes (p. 857-858) apresenta duas acepções de progresso que se revelam bastante adequadas para distinguir, de um lado, o progresso científico e, de outro, o progresso filosófico. A primeira acepção, denominada progresso consensual, deve obedecer a três condições: implicar uma mudança percebida como sendo predominantemente positiva; provocar o abandono de algo anterior, ou seja, a renúncia ao passado; obter a aprovação geral dos envolvidos, mas não obrigatoriamente de todos eles. Já a segunda acepção, o progresso controversial, exige somente a primeira condição elencada acima, a de implicar uma mudança positiva.

O ponto a ser destacado é que a dicotomia entre o progresso consensual e o controversial pode ser interpretada como a própria dicotomia entre o progresso científico e o filosófico. Isso porque cada uma dessas definições contém aspectos próprios da ciência (progresso consensual) e da filosofia (progresso controversial). No primeiro caso, acerca do progresso consensual, a discussão é empreendida em torno das ideias de Thomas Kuhn, que serão discutidas em pormenor no próximo capítulo. Por enquanto, cabe apenas destacar qual aspecto do pensamento de Kuhn é importante para a concepção do progresso consensual: trata-se da noção de paradigma, entendido como

considerada confirmada por esses testes” (POPPER, 2010, p. 174). Ou seja, para ambos os teóricos, a capacidade de realizar novas previsões deve ser um dos pontos positivos das novas teorias.

¹² O referido estudo encontra-se publicado no livro organizado pelo professor Samuel Simon, intitulado *Um Século de Conhecimento: Arte, Filosofia, Ciência e Tecnologia no século XX*.

uma teoria que, em determinado período, torna-se consensual para determinada comunidade científica, e assim transforma-se no modelo de conhecimento a ser adotado, que define o campo de estudos, os problemas e as soluções aceitáveis no âmbito da ciência em questão. A aceitação do paradigma causa a recusa de tudo aquilo que representou a crença no paradigma anterior, tais como equipamentos, livros, etc. Essa noção de paradigma, ao descrever um movimento que acontece durante o desenvolvimento científico, é suficiente para justificar que ocorre progresso consensual na ciência. Isso porque tanto o paradigma quanto a concepção de progresso consensual satisfazem às três condições expostas acima: representam uma mudança positiva, o abandono do passado e o consenso em torno das novas ideias. Logo, se pensarmos na ciência como um espaço onde se estabelecem paradigmas, podemos concluir que o seu progresso ocorre de maneira consensual. Contudo, cabe destacar que esse consenso acontece em contextos bem definidos, sujeitos a mudanças, mas sem eliminar os consensos anteriores.

Por sua vez, o progresso controversial pode ocorrer apenas se houver uma mudança de caráter positivo. O mesmo raciocínio utilizado para relacionar o progresso consensual e o científico pode ser utilizado para demonstrar que o progresso filosófico corresponde a um progresso controversial. Ou seja, trata-se de mostrar que o progresso controversial e o filosófico compartilham a mesma característica, mas, sobretudo, que ambos não possuem determinados aspectos. De modo mais evidente, pode-se dizer que o progresso controversial e o filosófico representam mudanças predominantemente positivas, e que ambos não implicam o abandono do passado e nem o consenso em torno de uma determinada ideia. Conforme destacado por Nelson Gomes (p. 859-860) em seu texto, a filosofia sempre teve um caráter polêmico, em que para cada questão levantada, surge uma resposta que será contestada e conduzirá a novas tentativas de resolver o problema, que também serão contestadas, em um movimento incessante. Tal observação basta para que possamos concluir que não existe consenso em torno de uma determinada concepção filosófica. Além disso, considerando que a filosofia sempre dialoga com o seu passado, e que mesmo os primeiros textos dessa longa tradição intelectual não foram abandonados, torna-se claro que a filosofia não despreza o seu passado, e nem o relega à história de concepções ultrapassadas, mas mantém o interesse nos textos clássicos e nas questões que eles discutem.

Até aqui, ficou claro porque o progresso controversial e o filosófico são semelhantes no sentido em que não possuem as características próprias do progresso consensual e científico. Assim, para finalizar essa discussão, resta apenas demonstrar as razões pelas quais as mudanças de caráter positivo consistem no ponto de contato entre o progresso controversial e o filosófico. Em primeiro lugar, quando empregamos a expressão “progresso controversial”, falamos de uma forma de progresso que admite controvérsias e divergências. Por isso, essa acepção de progresso exige apenas que a mudança ocorrida seja predominantemente positiva, ou seja, que seja percebida como uma evolução, sem a pretensão de que a maioria das pessoas julgue tal mudança como positiva e sem implicar uma ruptura absoluta com o passado. O progresso filosófico, que também não exige consenso e abandono da tradição, pode ser considerado positivo apenas pelo fato de significar a formação de inúmeras correntes de pensamento, que são tentativas diversas de responder aos grandes problemas filosóficos, resultando assim em um amplo e diversificado conjunto de alternativas teóricas que possibilitam elaborar respostas para as diversas questões trabalhadas pelos filósofos.

2. AS IDEIAS DE THOMAS KUHN ACERCA DO TRABALHO CIENTÍFICO

2.1 O estabelecimento da ciência normal

A ciência normal, atividade na qual a maioria dos cientistas emprega inevitavelmente quase todo seu tempo, é baseada no pressuposto de que a comunidade científica sabe como é o mundo. Grande parte do sucesso do empreendimento deriva da disposição da comunidade para defender esse pressuposto – com custos consideráveis, se necessário. Por exemplo, a ciência normal frequentemente suprime novidades fundamentais, porque estas subvertem necessariamente seus compromissos básicos. (KUHN, 1978, p. 24).

A citação acima, extraída do ensaio *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas Kuhn, resume de maneira eficiente as ideias do autor acerca de um dos principais conceitos de sua análise, a partir do qual todos os outros conceitos se desenvolvem e adquirem coerência. Trata-se da ideia de ciência normal, definida por Kuhn no início do Capítulo 1¹³ de sua obra como “a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas” (KUHN, 1978, p. 29). Ou seja, a ciência normal é a atividade pela qual os cientistas, apoiados em uma determinada tradição, empreendem suas pesquisas. Conforme a citação que inicia esse capítulo, os cientistas que praticam a ciência normal acreditam que a comunidade científica conhece o mundo tal como ele realmente é. Isso implica dizer que as realizações científicas anteriores descreveram o mundo de maneira apropriada, e dessa forma tudo o que contraria tal pressuposto é negado pela ciência normal, que assim suprime novidades que podem ser promissoras para o desenvolvimento científico.

Contudo, é necessário expor o processo pelo qual essas realizações científicas transformam-se no ponto de apoio da ciência normal. Em resumo, para que isso aconteça, tais realizações devem possuir duas características fundamentais: serem algo sem precedentes, de modo a atrair um grupo de adeptos e, ao mesmo tempo, afastá-los de outras concepções científicas; e possibilitar que todos os problemas relacionados possam ser resolvidos pelo grupo. Kuhn (p. 30) chama de paradigmas as realizações

¹³ O capítulo em questão intitula-se *A Rota para a Ciência Normal*, demonstrando a importância da noção de ciência normal para a discussão.

científicas que possuem as características elencadas acima. Cientistas que compartilham o mesmo paradigma “estão comprometidos com as mesmas regras e padrões para a prática científica” (KUHN, 1978, p. 30). O comprometimento com o paradigma, ou seja, com determinada realização científica passada, é uma das condições para a prática da ciência normal, pois o paradigma representa uma tradição e visão de mundo a partir dos quais os cientistas se propõem a efetuar suas pesquisas.

O parágrafo anterior expôs as condições para que determinadas realizações científicas transformem-se em paradigmas. Agora, é preciso descrever o caminho pelo qual a teoria passa até transformar-se em paradigma. A primeira coisa a ser dita a esse respeito é que, segundo Kuhn, “uma ciência se desenvolve antes de adquirir seu primeiro paradigma universalmente aceito” (KUHN, 1978, p. 33). Ou seja, antes mesmo de um paradigma ser a referência para o desenvolvimento da ciência normal, cientistas já buscavam compreender uma determinada área, como por exemplo, a Óptica Física; contudo, o resultado dos trabalhos nesse campo, antes de Newton, foi algo menos que ciência, conforme destaca Kuhn. Isso porque foi Newton quem estabeleceu “o primeiro paradigma quase uniformemente aceito na Óptica Física” (KUHN, 1978, p. 33). Antes do surgimento desse primeiro paradigma, cada estudioso da Óptica Física teve de reconstruir seu campo de estudos desde o início, sem precisar compartilhar com outro autor crenças ou métodos de observação e experimentação. Sendo assim, havia uma pluralidade de concepções e escolas em competição, conforme esclarece Kuhn:

[...] havia um bom número de escolas e subescolas em competição, a maioria das quais esposava uma ou outra variante das teorias de Epicuro, Aristóteles ou Platão. Um grupo considerava a luz como sendo composta de partículas que emanavam dos corpos materiais; para outro, era a modificação do meio que intervinha entre o corpo e o olho; um outro ainda explicava a luz em termos de uma interação do meio com uma emanção do olho; e haviam outras combinações e modificações além dessas. (KUHN, 1978, p. 32).

A citação acima exemplifica a situação de uma ciência antes do estabelecimento do seu primeiro paradigma reconhecido universalmente, ou pelo menos pela maioria dos cientistas. Trata-se do período pré-paradigmático, que consiste em uma espécie de pré-história de determinada ciência, marcado pelo desacordo entre as diversas concepções que visam explicar fenômenos relacionados ao saber em questão. Segundo Kuhn (p. 35), essa fase pré-paradigmática de uma ciência é algo historicamente comum,

exemplificando o seu ponto de vista ao afirmar que situações similares caracterizaram, por exemplo, o estudo do movimento antes de Aristóteles, da Estática antes de Arquimedes, da Química anterior a Boyle e Boerhaave, dentre outros fatos históricos. Todos esses períodos têm uma característica comum: são pré-paradigmáticos, ou seja, não dispunham ainda de um paradigma que pudesse guiar a pesquisa de todo o grupo, antes dos trabalhos dos cientistas citados. Durante o período pré-paradigmático, até mesmo os resultados dos estudos realizados são vistos de outra forma, como igualmente importantes na comparação com as demais pesquisas relacionadas. Nas palavras de Kuhn, “Na ausência de um paradigma ou de algum candidato a paradigma, todos os fatos que possivelmente são pertinentes ao desenvolvimento de determinada ciência têm a probabilidade de parecerem igualmente relevantes” (KUHN, 1978, p. 35).

Cada uma das diversas concepções pré-paradigmáticas que competem entre si visam consolidar a sua visão de mundo acerca de determinado aspecto estudado. Contudo, na maioria dos casos, apenas uma dessas teorias triunfará e se transformará em paradigma¹⁴. Mas como uma teoria pré-paradigmática pode converter-se em um paradigma digno do reconhecimento de um grupo de pesquisadores, antes disperso e antagônico? Em que uma teoria pré-paradigmática deve se diferenciar das concepções concorrentes para obter a aceitação de estudiosos que, até então, sustentavam teorias rivais? Tais questões podem ser simplificadas com a seguinte formulação: como uma teoria pré-paradigmática pode transformar-se em um paradigma? Esta será a última questão abordada neste tópico.

Kuhn (p. 33-34) demonstra como pode ocorrer a transformação de uma teoria em paradigma com o exemplo da história da pesquisa elétrica na primeira metade do século XVIII. Apesar de todas as experiências realizadas terem sido elétricas, e os pesquisadores conhecerem o trabalho dos outros investigadores, as diversas teorias possuíam apenas uma semelhança de família, ou seja, compartilhavam algum aspecto que não se apresentava de modo suficientemente claro. Um primeiro grupo de estudiosos “considerava a atração e a geração por fricção como os fenômenos elétricos fundamentais” (KUHN, 1978, p. 34), tratando a repulsão como um fenômeno

¹⁴ Kuhn admite que dois paradigmas possam coexistir pacificamente, conforme expresso no seguinte trecho: “existem circunstâncias, embora eu pense que são raras, nas quais dois paradigmas podem coexistir pacificamente nos períodos pós-paradigmáticos” (KUHN, 1978, p. 14-15).

secundário e adiando a discussão acerca da condução elétrica. O segundo grupo de “eletricistas” (termo utilizado por eles), considerava a atração e a repulsão como as manifestações primordiais da eletricidade, mas tal grupo teve tanta dificuldade quanto o primeiro para explicar, ao mesmo tempo, algo além dos efeitos mais simples da condução. Por sua vez, o terceiro grupo tratava a eletricidade como um fluido que circulava através de condutores, mas tal grupo enfrentou problemas para reconciliar a sua teoria com uma série de efeitos da atração e repulsão, de acordo com Kuhn (p. 34). Essas teorias tinham em comum a dificuldade de lidar com determinado aspecto da eletricidade, sendo que nenhuma delas foi alçada à posição de paradigma. Porém, “através dos trabalhos de Franklin e de seus sucessores imediatos surgiu uma teoria capaz de dar conta, com quase igual facilidade, de aproximadamente todos esses efeitos. Em vista disso essa teoria podia e de fato realmente proporcionou um paradigma comum para a pesquisa de uma geração subsequente de ‘eletricistas’” (KUHN, 1978, p. 34-35).

No parágrafo anterior foi exposta, por meio do exemplo da pesquisa elétrica, como que uma dada teoria pode ser elevada à condição de paradigma. No caso apresentado, a teoria de Franklin transformou-se no paradigma dos “eletricistas” porque foi capaz de lidar com os problemas que as teorias anteriores não conseguiram superar. Dessa forma, sendo uma teoria com um alcance maior do que as suas concorrentes, a concepção de Franklin prevaleceu sobre as outras. Isso parece responder às duas questões formuladas há dois parágrafos: uma teoria pré-paradigmática pode transformar-se em paradigma se for capaz de explicar mais fatos do que as teorias concorrentes, aspecto que se constitui no seu diferencial em relação às demais. Todavia, uma teoria convertida em paradigma não precisa explicar todos os fatos concernentes ao seu âmbito de aplicação. Pois, de acordo com Kuhn:

[...] Franklin estava especialmente interessado em explicar aquele estranho e, em consequência, tão revelador aparelho [Garrafa de Leyden]. O sucesso na explicação proporcionou o argumento mais efetivo para a transformação de sua teoria em paradigma, apesar de este ser ainda incapaz de explicar todos os casos conhecidos de repulsão elétrica. Para ser aceita como paradigma, uma teoria deve parecer melhor que suas competidoras, mas não precisa (e de fato isso nunca acontece) explicar todos os fatos com os quais pode ser confrontada. (KUHN, 1978, p. 37-38).

2.2 Ciência Normal como resolução de problemas

Após a exposição acerca de como a ciência normal relaciona-se com as ideias de paradigma, sendo este uma realização científica na qual a primeira se baseia, tornou-se claro que a ciência normal depende do paradigma para se manter como atividade de pesquisa. Contudo, a ciência normal e os paradigmas não estão interligados apenas por esse aspecto da dependência da primeira em relação ao último. Kuhn (p. 44) afirma que o sucesso de um paradigma, entendido como a capacidade de resolver mais problemas do que os seus competidores, consiste na maioria das vezes em apenas uma promessa de sucesso, que por sua vez é renovada pela ciência normal, conforme destaca Kuhn:

A ciência normal consiste na atualização dessa promessa [sucesso do paradigma], atualização que se obtém ampliando-se o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes, aumentando-se a correlação entre esses fatos e as predições do paradigma e articulando-se ainda mais o próprio paradigma. (KUHN, 1978, p. 44).

A citação acima demonstra que a ciência normal não é apenas baseada no paradigma, mas também contribui para mantê-lo, ao ser uma atividade que visa conservar o sucesso do paradigma na resolução de problemas. A ciência normal, ao ser o tipo de pesquisa que possibilita a continuidade desse sucesso, pode ser considerada como um empreendimento voltado para a resolução de problemas. Conforme a citação, a ciência normal atua para ampliar o conhecimento de fatos, aumentar a correlação destes com o paradigma e articular mais este último. Em relação ao primeiro aspecto, trata-se de empreender pesquisas para estender o nosso conhecimento de determinados fatos da natureza que o paradigma adotou para a resolução de problemas. No caso da Física, por exemplo, buscou-se aumentar o nosso conhecimento acerca das gravidades e das condutividades elétricas, por estes serem fatos considerados importantes para o paradigma em vigor. Contudo, além de ampliar nosso conhecimento sobre esses fatos, a ciência normal procura aumentar a concordância destes com o paradigma, fortalecendo assim o vínculo entre a natureza e a teoria. Isso ocorre, por exemplo, quando instrumentos são inventados para corroborar um paradigma atual. Foi o que aconteceu quando a máquina de Atwood buscou demonstrar, de maneira evidente, a Segunda Lei de Newton. A ciência normal busca solucionar os problemas propostos pelo paradigma, conforme podemos concluir a partir do seguinte trecho:

A existência de um paradigma coloca o problema a ser resolvido. Frequentemente a teoria do paradigma está diretamente implicada no trabalho de concepção da aparelhagem capaz de resolver o problema. Sem os *Principia*, por exemplo, as medições feitas com a máquina de Atwood não teriam qualquer significado. (KUHN, 1978, p. 48).

Kuhn (p. 48) apresenta a articulação da teoria do paradigma como a última atividade de coleta de fatos na ciência normal. Tal esforço visa, em relação ao paradigma, resolver “algumas de suas ambiguidades residuais e permitindo a solução de problemas para os quais ela [teoria do paradigma] anteriormente só tinha chamado a atenção” (KUHN, 1978, p. 48). Trata-se, por exemplo, da determinação de constantes físicas (no caso de ciências mais matemáticas), buscando obter valores mais precisos para tais constantes, como a da gravitação universal. Para concluir, segundo Kuhn:

Essas três classes de problemas – determinação do fato significativo, harmonização dos fatos com a teoria e articulação da teoria – esgotam, creio, a literatura da ciência normal, tanto teórica como empírica. [...] inevitavelmente, a maioria esmagadora dos problemas que ocupam os melhores cientistas coincidem com uma das três categorias delineadas acima. O trabalho orientado por um paradigma só pode ser conduzido dessa maneira. Abandonar o paradigma é deixar de praticar a ciência que este define. (KUHN, 1978, p. 55).

2.2.1 Ciência Normal como solução de quebra-cabeças

Um aspecto importante a ser destacado em relação à ciência normal é que ela não visa produzir uma novidade inesperada para os cientistas, mas sim compreender melhor determinados aspectos e detalhes acerca do objeto de estudo, que, muitas vezes, já são antevistos pelos pesquisadores. Conforme Kuhn:

Talvez a característica mais impressionante dos problemas normais da pesquisa que acabamos de examinar seja seu reduzido interesse em produzir grandes novidades, seja no domínio dos conceitos, seja no dos fenômenos. Algumas vezes, como no caso da medição de um comprimento de onda, tudo é conhecido de antemão, exceto o detalhe mais esotérico¹⁵. (KUHN, 1978, p. 57).

¹⁵ Ou seja, no sentido de detalhe mais profundo e difícil de compreender.

Considerando que a ciência normal não procura descobrir novos fenômenos, Kuhn (p. 58) questiona-se acerca da razão pela qual tanto trabalho é dedicado aos problemas já identificados. O filósofo procura responder a isso dizendo que “para os cientistas, os resultados obtidos pela pesquisa normal são significativos porque contribuem para aumentar o alcance e a precisão com os quais o paradigma pode ser aplicado” (KUHN, 1978, p. 58). Contudo, Kuhn (p. 58) esclarece que essa razão não é suficiente para explicar o interesse dos cientistas pelos problemas da ciência normal. Dado que os resultados para esses problemas podem ser antecipados de maneira eficiente e quase completa através de métodos empregados no passado e instrumentos já existentes, os adeptos da ciência normal buscam chegar a tais resultados de uma nova maneira. Para isso, segundo Kuhn (p. 59), os cientistas devem resolver complicados quebra-cabeças, que podem ser instrumentais, conceituais ou matemáticos. A solução desses quebra-cabeças é considerada por Kuhn (p. 59) como uma importante razão para explicar o interesse dos cientistas na resolução de problemas cujos resultados já foram antecipados, pois segundo o autor, “o desafio apresentado pelo quebra-cabeça constitui uma parte importante da motivação do cientista para o trabalho” (KUHN, 1978, p. 59).

De acordo com Kuhn (p. 59), o quebra-cabeça consiste em um problema que visa testar nossa habilidade na resolução de problemas. Contudo, problemas intrinsecamente importantes como, por exemplo, a cura do câncer, não são quebra-cabeças, uma vez que são frequentemente insolúveis; enquanto que um critério para identificar quebra-cabeças pode ser justamente a certeza de que estes têm solução. Ao adquirir um paradigma, a comunidade científica também obtém um critério para a escolha de problemas passíveis de solução durante a vigência do paradigma adotado. Tais problemas são quebra-cabeças no sentido em que podem ser solucionados, e essa possibilidade atrai os cientistas que buscam resolver um quebra-cabeça ainda não resolvido ou oferecer uma resposta mais satisfatória para aqueles que não foram muito bem solucionados.

Porém, a certeza de que um problema possui uma solução não deve ser considerada a única exigência para classificá-lo como um quebra-cabeça. Além desse requisito, o problema deve obedecer a regras que restringem os tipos de soluções aceitáveis e a maneira de obtê-las. Essas regras podem estar presentes nas mais diversas categorias, sendo as generalizações, como leis, conceitos e teorias científicas, o exemplo

mais evidente dessas categorias. Kuhn demonstra isso com a seguinte passagem: “Enquanto são reconhecidos, tais enunciados auxiliam na formulação de quebra-cabeças e na limitação das soluções aceitáveis. Por exemplo, as Leis de Newton desempenharam tais funções durante os séculos XVIII e XIX” (KUHN, 1978, p. 63). Em um nível inferior, as regras são proporcionadas pela categoria de compromissos relacionados aos instrumentos preferidos pelos cientistas e às maneiras de utilizá-los (como, por exemplo, o posicionamento científico acerca do papel do fogo nas análises químicas, no século XVII).

Segundo Kuhn (p. 64-65), existem ainda mais duas categorias de compromissos que fundamentam as regras. Ambas as categorias estão em um nível mais elevado do que as teorias científicas. A primeira delas, que possui um caráter quase metafísico, não depende tanto de fatores locais e temporários. Um exemplo é o pressuposto de que o Universo era composto por corpúsculos microscópicos, e que todos os fenômenos naturais poderiam ser explicados em termos dessa concepção corpuscular, ideias defendidas por físicos do século XVII. Tal concepção fundamentava a visão acerca do Universo e como deveriam ser as leis e as explicações científicas. Por fim, existe uma categoria de compromissos cuja aceitação permite que um indivíduo possa ser considerado um cientista, como por exemplo, o compromisso de compreender o mundo, que deve fazer com que o pesquisador examine algum aspecto da natureza de modo bastante detalhado, operando modificações em suas técnicas de observação ou articulando melhor suas teorias, quando necessário.

Todos esses conjuntos de compromissos fornecem regras que permitem o exame acurado de problemas esotéricos, possibilitando, assim, a solução de quebra-cabeças determinados pelo paradigma vigente.

2.3 O surgimento de anomalias

Kuhn (p. 77) define a ciência normal como sendo um empreendimento voltado para a resolução de quebra-cabeças, que visa ampliar o alcance e a precisão do conhecimento científico. No entanto, convém destacar que a ciência normal não partilha uma importante característica com os demais empreendimentos científicos: ela não visa encontrar novidades factuais ou teóricas, sendo bem-sucedida quando não ocorrem tais

descobertas. Mas a pesquisa científica frequentemente descobre fenômenos novos, e os cientistas sempre propõem novas teorias. De acordo com Kuhn (p. 78), a pesquisa científica pode provocar mudanças no paradigma do qual ela mesma é originária, sendo esta a função das novidades factuais e teóricas do conhecimento científico.

Essas novidades, que para Kuhn (p. 78) podem ser descobertas (concernentes a fatos) ou invenções (concernentes à teoria), surgem do seguinte modo:

A descoberta começa com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. Segue-se então uma exploração mais ou menos ampla da área onde ocorreu a anomalia. Esse trabalho somente se encerra quando a teoria do paradigma for ajustada, de tal forma que o anômalo se tenha convertido no esperado. (KUHN, 1978, p. 78).

A citação destacada acima resume, em poucas palavras, as etapas do processo que começa com a detecção de uma anomalia e termina com a sua aceitação. Trata-se do reconhecimento de que surgiu um fato novo com o qual o paradigma não consegue lidar, mesmo mediante os melhores esforços dos cientistas. A anomalia consiste em um problema que a ciência normal, orientada pelo paradigma, não consegue resolver, provocando um ajuste ou mudança de paradigma, de modo a tornar a anomalia um fato esperado e passível de explicação com base paradigmática. Em outra passagem de *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Kuhn detalha esse processo de surgimento de anomalias e as suas consequências para o trabalho científico. Segundo o autor:

Algumas vezes um problema comum, que deveria ser resolvido por meio de regras e procedimentos conhecidos, resiste ao ataque violento e reiterado dos membros mais hábeis do grupo em cuja área de competência ele ocorre. [...] quando os membros da profissão não podem mais esquivar-se das anomalias que subvertem a tradição existente da prática científica – então começam as investigações extraordinárias que finalmente conduzem a profissão a um novo conjunto de compromissos, a uma nova base para a prática da ciência. (KUHN, 1978, p. 24-25).

Um exemplo desse processo, apresentado por Kuhn (p. 79) no Capítulo 5, diz respeito à descoberta do oxigênio, no final do século XVIII. Trata-se de uma anomalia que, no entanto, surgiu quando já havia certo enfraquecimento do paradigma vigente.

Trata-se do paradigma flogístico¹⁶, combatido por Antoine Lavoisier (1743 – 1794) por ser uma teoria que não previa os resultados que ele obtivera através da experiência. Pelo contrário, pois as experiências de Lavoisier levaram-no a concluir que corpos sólidos em combustão absorvem uma parte da atmosfera, algo que ele observou ao queimar fósforo e enxofre, concluindo que o aumento da massa desses elementos era causado por uma combinação com o ar contido no recipiente¹⁷. Ou seja, os corpos em combustão absorvem algo da atmosfera, em vez de liberar uma substância, como acreditavam os adeptos da teoria flogística. Essas observações consistiram em problemas que a ciência normal, baseada no paradigma flogístico, não conseguiu resolver; ou seja, trata-se de uma anomalia. Essa anomalia conduziu Lavoisier a pesquisas que visavam um conhecimento mais acurado acerca dessa descoberta, o que levou o cientista a identificar a natureza da substância que era absorvida da atmosfera, culminando assim com a descoberta do oxigênio, que por sua vez ocasionou um novo paradigma para a Química: a teoria da combustão pelo oxigênio.

2.4 A ocorrência de crises

O último parágrafo do tópico anterior apresentou de maneira sucinta o processo pelo qual um paradigma é substituído por outro, e exemplificou como isso acontece. Neste tópico e nos seguintes, essas ideias serão apresentadas de forma mais pormenorizada, com o intuito de tornar ainda mais clara a concepção de Kuhn acerca da mudança de paradigma.

Conforme exposto por Kuhn (p. 95), o fracasso reiterado dos quebra-cabeças da ciência normal em obter os resultados previstos pelo paradigma em vigor ocasiona um período de grande insegurança profissional, que demanda uma mudança de paradigma e alterações nos problemas e técnicas da ciência normal. Esse período, anterior ao estabelecimento de novas teorias, é denominado por Kuhn como um período de crise.

¹⁶ De acordo com essa teoria, os corpos combustíveis possuíam um elemento chamado flogisto, liberado na atmosfera no momento da combustão (material orgânico) ou calcinação (metais).

¹⁷ Embora a massa dos corpos sólidos aumente devido à combustão, a massa total do recipiente não se alterava. Isso porque o aquecimento provocava apenas o rearranjo da matéria, sem que nada fosse acrescido ou perdido em relação à massa total do recipiente. Essa conclusão levou Lavoisier a formular a Lei da Conservação da Matéria, causando dificuldades para a teoria flogística, que estabelecia que o aquecimento dos corpos combustíveis causava a perda de um elemento denominado flogisto, e não o ganho de massa.

Tais períodos, que indicam o fracasso do paradigma atual, podem ser caracterizados de diversas formas, sendo que a mais importante delas diz respeito ao fracasso da ciência normal em solucionar os quebra-cabeças determinados pelo paradigma. Contudo, outras situações funcionam como sinais de que ocorre uma crise. Uma delas é oriunda das tentativas de manter o paradigma enfraquecido em vigor: os cientistas, ao não conseguirem aplicar perfeitamente a teoria ao resultado de suas experiências, de modo coerente, passaram então a elaborar diversas versões da teoria em questão. De acordo com Kuhn, tal “proliferação de versões de uma teoria é um sintoma muito usual de crise” (KUHN, 1978, p. 98-99). Outra situação ocorre quando as investigações empreendidas pelo paradigma assemelham-se àquelas realizadas pelas escolas competidoras da fase pré-paradigmática.

Um dos exemplos utilizados por Kuhn (p. 97) para ilustrar a ocorrência dessa crise possui as três características elencadas acima. Trata-se da crise que precedeu o surgimento da teoria da combustão pelo oxigênio, em um retorno ao exemplo utilizado no tópico anterior, na discussão sobre as anomalias. O paradigma químico da época, que era a teoria do flogisto, estava encontrando dificuldades para se sustentar. A ciência normal orientada por ele estava sendo incapaz de resolver os quebra-cabeças oriundos da experiência, que por sua vez estava resultando na descoberta de “uma variedade de amostras e propriedades de gases tão complexas que a teoria do flogisto revelou-se cada vez menos capaz de ser utilizada em experiências de laboratório” (KUHN, 1978, p. 98). Essa incapacidade da ciência normal em resolver os problemas ocasionou o segundo sintoma de que estava ocorrendo uma crise: o surgimento de várias versões da teoria do flogisto¹⁸, em uma tentativa de lidar com as dificuldades e ao mesmo tempo manter o paradigma. Além disso, o paradigma continha o terceiro sintoma do estado de crise, conforme as palavras de Kuhn: “Cada vez mais as investigações por ele [teoria do flogisto] orientadas assemelhavam-se às levadas a cabo sob a direção de escolas competidoras do período pré-paradigmático – outro efeito típico da crise” (KUHN, 1978, p. 100).

¹⁸ Os ajustes na teoria do flogisto buscavam contornar uma dificuldade fundamental, que contradizia a teoria. Tratava-se de lidar com a constatação de que, em muitos casos, o aquecimento causava um aumento de massa, e não a sua diminuição, como proposto pelo paradigma flogístico. Algumas das propostas apresentadas foram que talvez o flogisto tivesse massa negativa ou que partículas de fogo ou de outra coisa entrassem no corpo em combustão, enquanto o flogisto o deixava.

2.5 A ciência extraordinária

De acordo com Kuhn (p. 112), nem sempre uma anomalia gera uma crise. Isso porque, em muitos casos, as anomalias são problemas de adequação da teoria com a natureza, que se distinguem dos quebra-cabeças da ciência normal em virtude do seu elevado grau de discrepância no que se refere à aplicação da teoria aos resultados obtidos. Kuhn não diz de modo explícito, mas podemos entender que esses problemas são anomalias, e não apenas quebra-cabeças, porque são questões que aparentemente não podem ser resolvidas pela pesquisa normal. Contudo, Kuhn (p. 112) admite que essas anomalias possam ser solucionadas pela pesquisa normal, mesmo que isso ocorra algum tempo depois. Assim, podemos concluir que, por serem resolvidas, tais anomalias não geram crises, podendo ser consideradas, após a sua solução, como problemas solucionados pela ciência normal. Segundo Kuhn:

[...] mesmo uma discrepância inexplicavelmente maior que a experimentada em outras aplicações da teoria não precisa provocar nenhuma resposta muito profunda. Sempre existem algumas discrepâncias. Mesmo as mais obstinadas acabam cedendo aos esforços da prática normal. Muito frequentemente, os cientistas estão dispostos a esperar, especialmente quando existem muitos problemas disponíveis em outros setores do campo de estudos (KUHN, 1978, p. 112).

Após desenvolver seu argumento acerca das anomalias nem sempre ocasionarem crises, Kuhn conclui:

Segue-se daí que para uma anomalia originar uma crise, deve ser algo mais do que uma simples anomalia. Sempre existem dificuldades em qualquer parte da adequação entre o paradigma e a natureza; a maioria, cedo ou tarde, acaba sendo resolvida, frequentemente através de processos que não poderiam ter sido previstos (KUHN, 1978, p. 113).

Contudo, quando uma anomalia é mais do que um quebra-cabeça da ciência normal, ou seja, quando de fato consiste em um problema que não pode ser resolvido tendo como base o paradigma vigente, “é sinal de que se iniciou a transição para a crise e para a ciência extraordinária” (KUHN, 1978, p. 114). Quando isso ocorre, os cientistas passam a dedicar uma atenção cada vez maior à anomalia, e cada um deles propõe soluções para o problema, divergentes entre si, e que por isso consistem em fonte de

mudanças. Inicialmente, as tentativas de resolver a anomalia serão fiéis às regras do paradigma, mas à medida que o problema resiste a tais investidas, cada vez mais as tentativas de solucionar esse problema distanciam-se do paradigma. Esses esforços serão parcialmente bem sucedidos, mas não de forma suficiente para que um deles seja escolhido o novo paradigma. No entanto, tais articulações fazem com que os cientistas entrem em desacordo sobre qual seja o paradigma ainda vigente. Esse fato é um sintoma da transição da pesquisa normal para a extraordinária que, por fim, poderá levar à substituição do paradigma antigo por um novo.

A consciência da anomalia fará com que o cientista isole-a, forneça-lhe uma estrutura e passe a aplicar as regras da ciência normal no estudo do problema, mesmo consciente de que tais regras não estão totalmente certas, mas buscando compreender até que ponto elas podem ser aplicadas. Além disso, até mesmo a maneira do cientista trabalhar será modificada com a emergência da anomalia: ele não possuirá mais um plano de ação rigidamente determinado, mas passará a realizar experiências apenas para conhecer seu resultado, procurando algo que não consegue precisar completamente; e já que as experiências necessitam de uma teoria que possa guiá-las, o cientista passará a elaborar uma série de teorias que, em caso de sucesso, podem indicar o caminho para um novo paradigma, e em caso de fracasso, podem ser abandonadas facilmente. Sendo assim, há uma notável transformação na forma de se realizar a pesquisa científica. Esse modo de agir em relação ao problema, a disposição de tentar vários caminhos diversos para solucionar a questão, também pode ser considerado um sintoma da emergência da ciência extraordinária.

Por fim, outro aspecto do surgimento da ciência extraordinária é um interesse renovado pelos fundamentos e pressupostos da área de estudos em questão. Nesse caso, os cientistas recorrem às análises filosóficas para tentar solucionar os problemas que provocaram a crise. O recurso à Filosofia não é empreendido pelos cientistas durante o período em que o paradigma segue funcionando normalmente, ou seja, enquanto ele é capaz de conduzir sem grandes dificuldades o trabalho da pesquisa normal.

2.6 Revoluções científicas e adoção de um novo paradigma

Após desenvolver sua argumentação acerca da ciência extraordinária, Kuhn chega ao ponto principal do seu ensaio, conforme pode ser deduzido em razão do título

do texto. Trata-se das revoluções científicas, que nas palavras de Kuhn são “aqueles episódios de desenvolvimento não-cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior” (KUHN, 1978, p. 125). Através dessa definição inicial, podemos identificar duas características centrais das revoluções científicas no entendimento de Kuhn: trata-se de um desenvolvimento não-cumulativo e uma substituição de paradigmas incompatíveis entre si.

Kuhn (p. 126) inicia a explanação do tema discutindo as razões pelas quais uma mudança de paradigma é chamada de revolução. Segundo o autor, as revoluções científicas iniciam-se com uma percepção crescente, por parte de um segmento da comunidade científica, de que um aspecto da natureza não é mais explorado de forma adequada pelo paradigma vigente. Essa sensação de mau funcionamento pode conduzir a uma crise e consiste em um sintoma de uma revolução. Mas voltando à questão acerca do motivo pelo qual a substituição de um paradigma é denominada revolução, Kuhn faz uma breve descrição da série de acontecimentos que caracterizam uma revolução política, que pode servir de modelo para descrever uma revolução científica, fazendo um paralelo entre o desenvolvimento científico e o político, algo percebido pelo próprio autor. Diz Kuhn:

As revoluções políticas visam realizar mudanças nas instituições políticas, mudanças essas proibidas por essas mesmas instituições que se quer mudar. Consequentemente, seu êxito requer o abandono parcial de um conjunto de instituições em favor de outro. E, nesse ínterim, a sociedade não é integralmente governada por nenhuma instituição. De início, é somente a crise que atenua o papel das instituições políticas, do mesmo modo que atenua o papel dos paradigmas (KUHN, 1978, p. 127).

Após a citação acima, Kuhn não delineia um paralelo claro entre a revolução política e a científica. Contudo, tendo em vista que na última frase da citação, ao mencionar o contexto de crise, Kuhn relaciona as instituições políticas aos paradigmas, é perfeitamente possível interpretar o texto destacado como uma descrição acerca do mecanismo de revoluções científicas: podemos afirmar que elas visam modificar os paradigmas, que por sua vez proíbem as mudanças. O êxito de tais revoluções requer o abandono, parcial ou total, de paradigmas anteriores, em favor de outros; enquanto que

a comunidade científica não é integralmente guiada por nenhum paradigma, mas passa por um período de ciência extraordinária.

No decorrer da argumentação, Kuhn apresenta alguns aspectos interessantes acerca do processo de mudança de paradigmas. Um deles é derivado da afirmação de que “a escolha entre paradigmas em competição demonstra ser uma escolha entre modos incompatíveis de vida comunitária” (KUHN, 1978, p. 127). Esse trecho retoma o que foi dito anteriormente acerca das características das revoluções científicas, de que elas consistem na substituição de paradigmas reciprocamente incompatíveis. Ou seja, tanto o paradigma antigo quanto aquele que o substituirá, não podem conviver pacificamente, de modo que é necessário fazer uma escolha entre os dois. Mas o aspecto novo oriundo da afirmação destacada é que se trata de uma escolha entre modos de vida comunitária¹⁹. Esse ponto é importante porque, apesar de não dizer isso de forma explícita, Kuhn se refere à comunidade científica, e disso podemos deduzir que a competição entre dois paradigmas ocorre no interior de uma comunidade determinada. A comunidade científica não é simplesmente o palco onde ocorre tal disputa, pois possui um papel determinante nesse processo: isso porque, um pouco mais adiante, ao destacar o papel predominante da persuasão na aceitação de certo paradigma, Kuhn (p. 128) destaca que, na escolha de um paradigma, não existe um critério superior ao consentimento da comunidade. Isso nos permite perceber a importância que Kuhn confere à comunidade científica nesse contexto revolucionário de mudança.

Segundo Kuhn (p. 128), o processo de escolha de um paradigma não deve ser entendido apenas de forma lógica e experimental. Afinal, o filósofo defende que a assimilação de um novo tipo de fenômeno ou de uma nova teoria científica devem provocar a rejeição de um paradigma anterior, e isso não pode derivar da estrutura lógica do conhecimento científico, uma vez que é logicamente possível que um novo fenômeno ou teoria surja sem precisar destruir ou entrar em conflito com uma tradição

¹⁹ Esses modos de vida comunitária, que segundo Kuhn são incompatíveis, estão relacionados a uma mudança de forma ou perspectiva (*Gestalt*) visual, em que determinado elemento passa a ser visto de outra forma. Kuhn menciona essa mudança de perspectiva citando o seguinte exemplo: “as marcas no papel, que primeiramente foram vistas como um pássaro, são agora vistas como um antílope ou vice-versa” (KUHN, 1978, p. 116-117).

científica anterior²⁰. Caso tal conflito entre teorias não aconteça, o desenvolvimento científico seria cumulativo, em que os novos conhecimentos apenas revelariam algo até então desconhecido, em vez de substituir outros conhecimentos incompatíveis.

Contudo, apesar de admitir a plausibilidade do conhecimento científico por acumulação, Kuhn destaca que tal “aquisição cumulativa de novidades, não antecipadas demonstra ser uma exceção quase inexistente à regra do desenvolvimento científico” (KUHN, 1978, p. 130). O autor defende que, do ponto de vista histórico, a concepção de que o conhecimento científico é cumulativo não se sustenta²¹. De modo bastante claro, Kuhn afirma: “Após o período pré-paradigmático, a assimilação de todas as novas teorias e de quase todos os novos tipos de fenômenos exigiram a destruição de um paradigma anterior e um consequente conflito entre escolas rivais de pensamento científico” (KUHN, 1978, p. 130). Para Kuhn (p. 131), a única maneira eficaz de fazer descobertas é através da destruição de paradigmas.

Após essa breve exposição acerca das duas características essenciais das revoluções científicas, destacadas no início deste tópico, que são o caráter não cumulativo do desenvolvimento científico e a incompatibilidade entre dois paradigmas em competição, torna-se útil dizer algumas palavras finais acerca do produto dessas revoluções científicas: o estabelecimento de novos paradigmas. A adoção de um novo paradigma representa, de modo sucinto, a redefinição da ciência correspondente. Essa redefinição provoca uma reconsideração acerca dos problemas envolvidos, em que problemas antigos podem ser redirecionados para outra ciência ou simplesmente considerados como não científicos, enquanto que outros problemas que antes não eram estudados podem transformar-se em aspectos de grande interesse. Tais modificações também alteram os padrões que diferenciam uma verdadeira solução científica de uma

²⁰ Kuhn diz que algo assim poderia ocorrer quando, por exemplo, uma teoria trate de um fenômeno desconhecido anteriormente, como a teoria quântica (que estuda propriedades subatômicas ignoradas até o século XX) ou então quando a teoria fosse de um nível mais elevado do que as outras, sendo capaz de integrar todas elas sem precisar modificá-las (um exemplo seria a teoria da conservação da energia).

²¹ De modo a tornar a sua argumentação mais convincente, Kuhn sugere que mesmo os exemplos que apresentara anteriormente, em que teorias surgiram sem conflitar ou destruir a concepção anterior, também podem ser considerados casos em que houve a destruição de paradigmas. No caso da teoria quântica, ela representou conflito porque não tratou apenas de propriedades ignoradas pelos cientistas da época; e no caso da teoria da conservação da energia, o seu surgimento foi, em grande parte, uma resposta à incompatibilidade entre a dinâmica de Newton e algumas consequências da teoria calórica, e só pôde integrar o conhecimento científico após a rejeição do paradigma calórico.

especulação, jogo de palavras ou de uma simples brincadeira matemática. De acordo com Kuhn (p. 138), as revoluções científicas ocasionam uma nova tradição de pesquisa que, além de incompatível, muitas vezes é incomensurável com a tradição anterior.

2.7 A ampliação do conceito de paradigma: a matriz disciplinar

Nos primeiros anos após sua publicação, em 1962, o ensaio *A Estrutura das Revoluções Científicas* foi objeto de várias críticas e observações. Com o intuito de responder a essas críticas, e ao mesmo tempo indicar algumas modificações em seu pensamento, Thomas Kuhn escreveu em 1969 um Posfácio à sua obra, quase sete anos depois da publicação do texto principal²². Nesse texto, Kuhn (p. 218) admite que muitas das dificuldades em relação ao texto original estão relacionadas ao conceito de paradigma. Por esse motivo, Kuhn (p. 218) propõe a separação entre esse conceito e a noção de comunidade científica e, para iniciar a sua argumentação, destaca os dois sentidos diferentes do termo “paradigma”. O primeiro desses sentidos é essencial para a noção de matriz disciplinar, consistindo no conjunto de crenças, valores, técnicas, dentre outros, que são partilhados pelos membros de certa comunidade científica. A exposição adiante será desenvolvida tendo esse primeiro sentido como base²³.

Kuhn inicia a sua defesa do termo matriz disciplinar a partir de um questionamento: dentre o que é partilhado pelos membros de determinada comunidade científica, “o que explica a relativa abundância de comunicação profissional e a relativa unanimidade de julgamentos profissionais?” (KUHN, 1978, p. 226). O autor admite que, em seu texto original, a resposta a tal questão seria: um paradigma ou um conjunto de paradigmas. No entanto, Kuhn (p. 226) passa a considerar o termo paradigma inadequado para ser utilizado nesse contexto. Em substituição, propõe a noção de matriz disciplinar, em que o termo “matriz” indica a existência de um conjunto de elementos ordenados que demandam uma determinação mais pormenorizada; e “disciplinar”

²² Neste tópico, as expressões “texto principal” e “texto original” referem-se à obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*.

²³ O segundo sentido do termo paradigma, destacado por Kuhn, diz respeito a apenas um elemento do conjunto citado anteriormente na definição do primeiro sentido de paradigma: trata-se das soluções de quebra-cabeças que, ao serem empregadas como modelos ou exemplos, podem substituir regras já definidas no trabalho de solucionar os quebra-cabeças restantes da ciência normal. Essa acepção de paradigma não será discutida neste trabalho, uma vez que a exposição empreendida neste tópico prioriza o surgimento da noção de matriz disciplinar como uma ampliação do conceito de paradigma.

porque consiste em algo comum para os praticantes de certa disciplina. Após essa definição inicial, Kuhn destaca os quatro principais tipos de componentes de uma matriz disciplinar, que serão expostos brevemente a seguir.

O primeiro componente da matriz disciplinar que é apresentado por Kuhn (p. 227) diz respeito ao que ele denomina generalizações simbólicas: trata-se da parte formal ou passível de formalização da matriz disciplinar, que pode ser encontrada sob a forma simbólica, característica das leis científicas universais traduzidas em linguagem matemática (como a famosa equação que formaliza a Segunda Lei de Newton: $F=ma$), ou expressa mediante palavras (como, por exemplo, a expressão que sintetiza a Terceira Lei de Newton: “a uma ação corresponde uma reação igual e contrária”). Segundo Kuhn (p. 227), essas generalizações consistem em um ponto de apoio para os cientistas em seu trabalho de solucionar problemas. Além disso, as generalizações às vezes funcionam como leis e em outras ocasiões elas servem como definições de alguns dos símbolos empregados.

O segundo aspecto da matriz disciplinar diz respeito a crenças em determinados modelos que, dentre outras funções, fornecem ao grupo analogias ou metáforas, auxiliando assim o trabalho com os quebra-cabeças: permitem, por exemplo, determinar o que pode ser considerada uma explicação ou solução de quebra-cabeças, além de atuar na definição dos quebra-cabeças não solucionados e na avaliação acerca da importância de cada um deles.

Por sua vez, o terceiro componente de uma matriz disciplinar consiste nos valores, que podem referir-se, por exemplo, a predições: estas devem ser acuradas; predições quantitativas têm primazia sobre as qualitativas, etc. Contudo, os valores não se limitam a predições, podendo consistir na coerência interna de uma ciência, no questionamento se esta deve possuir uma finalidade social, dentre outras. Kuhn (p. 230) destaca que, em grau mais elevado do que os outros elementos da matriz disciplinar, os valores podem ser compartilhados por indivíduos que divergem sobre a sua aplicação. Um exemplo é o julgamento acerca da coerência interna, que pode variar bastante entre indivíduos; contudo, tal valor, assim como vários outros, tem a função de determinar o comportamento de uma comunidade científica. Ou seja, pode-se discordar acerca da

aplicação de um valor como a coerência interna de certa ciência, mas não é possível excluí-lo do escopo de valores fundamentais do conhecimento científico.

Por fim, o quarto aspecto da matriz disciplinar consiste no que Kuhn (p. 232) chama de “exemplares”, que são as soluções concretas e técnicas de problemas que os estudantes assimilam desde o princípio de sua educação científica, sendo que essas soluções devem indicar, por meio de exemplos, como o trabalho científico deve ser realizado. No início, todos os estudantes começam aprendendo os mesmos exemplares, como por exemplo, problemas como o do plano inclinado ou das órbitas de Kepler. Contudo, na medida em que se especializam, esses cientistas passam a compartilhar apenas as aplicações mais básicas de determinados exemplares.

Para finalizar, cabe assinalar o caráter de ampliação envolvido na substituição do termo paradigma por matriz disciplinar: enquanto, no texto original, o primeiro designava apenas uma realização científica sem precedentes, que possibilitavam que todos os problemas envolvidos pudessem ser solucionados pelo grupo²⁴, a noção de matriz disciplinar abrange de maneira mais completa a natureza do trabalho da comunidade científica, representando o conjunto de formalizações, crenças, valores e exemplos concretos que auxiliam os cientistas em sua prática profissional cotidiana.

²⁴ Essa definição foi apresentada no início deste capítulo, nas páginas 20 e 21.

3. A NOÇÃO DE PROGRESSO CIENTÍFICO EM THOMAS KUHN

3.1 Esboço inicial do problema

Este Capítulo tem como objetivo discutir o tema principal dessa pesquisa, para o qual toda a exposição precedente foi orientada. Trata-se, portanto, da noção de progresso em Thomas Kuhn. De certa forma, a exposição seguinte consiste em uma retomada da discussão empreendida no tópico 1.2, que apresentou historicamente a noção de progresso científico. Nesse tópico, em particular no que concerne à discussão acerca das concepções contemporâneas de progresso científico, desenvolvidas no século XX, foi mencionada a noção de progresso como funcionalidade²⁵, aludida por Abbagnano (2007), no *Dicionário de Filosofia*. De acordo com essa noção, o progresso deve ser compreendido como a eficácia das teorias, ou seja, como a capacidade de atingir um determinado objetivo; mas também como algo dissociado da ideia de verdade. Este último aspecto reflete fidedignamente o pensamento de Kuhn, uma vez que ele evitou ao máximo o uso do termo verdade, conforme pode ser percebido em um dos trechos finais do livro, quando o autor afirma que “até as últimas páginas deste ensaio, o termo ‘verdade’ só havia aparecido numa citação de Francis Bacon” (KUHN, 1978, p. 213). Apenas esse aspecto parece satisfatório para incluir Kuhn entre os teóricos do progresso como funcionalidade, caso aceitemos a argumentação de Abbagnano (2007).

Após iniciar este Capítulo associando a noção de progresso científico de Kuhn com a ideia de funcionalidade, com o intuito de retomar a discussão das definições de progresso científico apresentadas no tópico 1.2, a exposição passará a ser baseada, a partir de agora, nas ideias acerca do progresso apresentadas por Kuhn em *A Estrutura das Revoluções Científicas*. O tema começa a ser apresentado logo na Introdução²⁶ do ensaio, na ocasião em que Kuhn faz uma apresentação geral sobre a obra, afirmando a respeito que o Capítulo 12²⁷ do livro discutirá acerca da compatibilidade do

²⁵ Tal discussão encontra-se, como já indicado, no tópico 1.2, mais especificamente na página 14.

²⁶ O título completo dessa parte é *Introdução: Um Papel para a História*.

²⁷ Trata-se do último capítulo do livro, intitulado *O Progresso através de Revoluções*.

desenvolvimento através de revoluções com a ideia de progresso científico. Porém, Kuhn (p. 27) admite que o seu texto limita-se a apresentar os contornos de uma resposta para essa questão, uma vez que algo mais elaborado depende de características da comunidade científica, indicando que não desenvolverá esse tema que possibilitaria uma resposta mais precisa à questão do progresso.

Ao discutir a ideia de progresso no Capítulo 12 da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Kuhn não estabelece uma definição clara para esse termo, preferindo relacioná-lo aos diversos aspectos do seu pensamento, que foram apresentados no decorrer do livro. Ele começa afirmando que o progresso é um atributo óbvio do empreendimento científico, e considera tais termos tão inter-relacionados que aponta a seguinte circularidade: “Um campo de estudos progride porque é uma ciência ou é uma ciência porque progride?” (KUHN, 1978, p. 204).

3.2 O progresso na ciência normal

De acordo com Kuhn, “o progresso parece óbvio e assegurado somente durante aqueles períodos em que predomina a ciência normal. Contudo, durante tais períodos, a comunidade científica está impossibilitada de conceber os frutos de seu trabalho de outra maneira” (KUHN, 1978, p. 205). Ou seja, para o filósofo, a ocorrência de progresso está garantida apenas em um período de ciência normal, cuja atividade só pode ser pensada sob a ótica do progresso. Este é o único resultado de um trabalho de pesquisa normal bem sucedido. Contudo, o progresso pode ser encontrado em outras fases do empreendimento científico, mas com ressalvas. No período pré-paradigmático, por exemplo, é muito difícil encontrar provas de progresso, a não ser no interior das escolas que competem entre si para impor a sua visão de ciência. As questões acerca da existência ou não de progresso também ocorrem em relação a períodos revolucionários, mas esse aspecto será analisado mais detalhadamente em seguida.

Na concepção do autor, a ocorrência de progresso durante os períodos de ciência normal pode ser explicada, em parte, comparando essa fase de desenvolvimento científico com o período predecessor ao estabelecimento do primeiro paradigma, ou seja, ao se comparar a ciência normal com a fase pré-paradigmática. Isso porque, segundo Kuhn (p. 205), a ausência de escolas competidoras na ciência, que questionem

mutuamente seus objetivos e critérios, torna mais visível o progresso de determinada comunidade científica normal. Esse progresso não é apenas possível, mas parece envolver necessidade, pois, segundo Kuhn (p. 208), a comunidade científica normal é um bom instrumento para a resolução de problemas propostos pelo paradigma, sendo que “a resolução desses problemas deve levar inevitavelmente ao progresso” (KUHN, 1978, p. 208). Nesse ponto, é possível perceber uma primeira conexão entre as ideias de problema e progresso.

3.3 O progresso e as revoluções científicas

Além de consistir no segundo aspecto da questão do progresso científico, de acordo com o entendimento de Kuhn, a questão acerca do progresso alcançado através da ciência extraordinária, ou mais especificamente oriundo de revoluções científicas, é um ponto crucial para entender a conexão entre o problema do progresso e todo o arcabouço teórico desenvolvido por Kuhn em *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Contudo, não é difícil perceber a natureza de tal conexão: considerando que se trata de conceber o progresso como resultado das revoluções científicas, parece evidente a importância da exposição precedente, tanto a do próprio Kuhn, nos 11 capítulos anteriores de seu ensaio, quanto à deste estudo, especialmente o Capítulo 2. Isso porque ambos os textos perpassam o pensamento de Kuhn acerca do trabalho científico, que redonda em revoluções científicas e a consequente adoção de novos paradigmas.

Conforme mencionado no tópico anterior, as dúvidas em relação à ocorrência de progresso também estão presentes em períodos revolucionários, quando mediante o questionamento sobre a viabilidade de determinados princípios fundamentais, surge a pergunta acerca da possibilidade de progresso contínuo caso seja adotado algum dos paradigmas em disputa. No entanto, Thomas Kuhn (p. 211) é categórico ao afirmar que o progresso acompanha necessariamente as revoluções científicas. O filósofo reforça seu posicionamento ao perguntar que resultado uma revolução pode ter, se não for o progresso. Ao menos o grupo vencedor de uma querela revolucionária dirá que a sua vitória representa um progresso. Ou seja, ao menos para essas pessoas, o resultado de uma revolução é o progresso. Nesse ponto, é importante ressaltar a seguinte consequência: se as revoluções científicas representam progresso, então a substituição de um paradigma por outro consiste em progresso. E, se determinado paradigma é

substituído por outro porque, essencialmente, o primeiro não conseguiu resolver um determinado problema que se transformou em uma anomalia, algo que é superado pelo paradigma substituto, então se pode afirmar que há progresso quando um paradigma resolve mais problemas do que o seu antecessor. Após a reformulação operada por Kuhn em seu próprio pensamento, isso equivale a dizer que o progresso acontece quando uma matriz disciplinar consegue resolver mais problemas do que a matriz que a precedeu.

Em última instância, se ocorre progresso mediante a substituição de uma matriz disciplinar por outra que consegue solucionar mais problemas, e que também representa uma redefinição da ciência, então o progresso acompanha o desenvolvimento científico enquanto este é considerado como a sucessão de matrizes disciplinares no curso da História da Ciência.

3.4 Progresso e evolução

Para elucidar o seu pensamento acerca da evolução das ideias científicas, Kuhn propõe uma analogia entre tal desenvolvimento e a evolução dos organismos. Contudo, antes de desenvolver tal comparação, o filósofo defende o abandono da ideia de que a mudança de paradigma, considerada como progresso, representa uma proximidade sempre maior da verdade. Kuhn defende que a construção do conhecimento científico, que é fruto de uma sequência de seleções das maneiras mais adequadas de praticar a ciência (que se transformariam em paradigmas para suas respectivas comunidades científicas), não necessita de “uma verdade científica permanentemente fixada, da qual cada estágio do desenvolvimento científico seria um exemplar mais aprimorado”²⁸ (KUHN, 1978, p. 216).

De acordo com o sentido delineado acima, a verdade consistiria em algo a ser alcançado ao final de um longo processo, através do qual cada paradigma seria uma maior aproximação da verdade. Kuhn (p. 216) combate com veemência essa ideia de um objetivo final, preestabelecido, para o qual todo o trabalho científico estaria voltado. Em seu ensaio, o filósofo concebe o desenvolvimento científico como um processo

²⁸ Essa oposição de Kuhn à ideia de verdade já foi apresentada, de modo sucinto, no tópico 3.1.

evolutivo a partir de um início, mas não direcionado para um final pré-definido, conforme pode ser percebido através da seguinte citação:

O processo de desenvolvimento descrito neste ensaio é um processo de evolução *a partir* de um início primitivo – processo cujos estágios sucessivos caracterizam-se por uma compreensão sempre mais refinada e detalhada da natureza. Mas nada do que foi ou será dito transforma-o num processo de evolução *em direção* a algo (KUHN, 1978, p. 213).

A citação destacada, que sintetiza de forma bastante precisa o posicionamento de Kuhn, também permite perceber a similaridade entre esse pensamento e a teoria da evolução de Darwin. Isso porque, da mesma forma que Kuhn não aceita que exista uma verdade ou objetivo último para os quais todos os esforços científicos convergem, Darwin também condenou a ideia de que o processo de seleção natural esteja direcionado para um objetivo final, preestabelecido. A evolução dos organismos acontece da mesma forma como, segundo a interpretação de Kuhn, ocorre a evolução das ideias científicas. A partir de um início primitivo, caracterizado pela existência de organismos menos evoluídos, a seleção natural “era a responsável pelo surgimento gradual, mas regular, de organismos mais elaborados, mais articulados e muito mais especializados” (KUHN, 1978, p. 215).

Para finalizar, cabe ressaltar que cada uma das etapas apresentadas por meio da citação acima, acerca da evolução das ideias científicas, encontra paralelo com determinada etapa do processo de seleção natural. Ambas partem a partir de algo primitivo: no caso da evolução biológica, de organismos ainda não desenvolvidos; no caso das ideias científicas, de uma compreensão pouco elaborada a respeito da natureza. Em seguida, o desenvolvimento de ambas indica um aperfeiçoamento crescente: no caso da seleção natural, consiste no surgimento de organismos mais elaborados; no caso das ideias científicas, significa um refinamento nas concepções sobre a natureza. E, por fim, nenhuma delas visa a um objetivo último: nem a um organismo perfeitamente evoluído, e nem a uma verdade científica final. Kuhn conclui esse ponto acerca da analogia entre a evolução biológica e o desenvolvimento científico geral afirmando que:

Todo esse processo [de desenvolvimento científico] pode ter ocorrido, como no caso da evolução biológica, sem o benefício de um objetivo preestabelecido, sem uma verdade científica permanentemente fixada,

da qual cada estágio do desenvolvimento científico seria um exemplar mais aprimorado (KUHN, 1978, p. 215-216).

3.5 Considerações críticas sobre a ideia de progresso em Popper e Kuhn

Apesar de Karl Popper e Thomas Kuhn discordarem no que tange à ideia de verdade, é notável perceber que cada um deles, ao construir a sua respectiva teoria, compartilharam o mesmo tipo de abordagem para discutir a questão do progresso. Ambos utilizaram a teoria da seleção natural, de Darwin, para ilustrar a própria teoria (é o caso de Kuhn, que faz uso do darwinismo para ressaltar a sua concepção acerca da natureza do desenvolvimento científico), ou mesmo como fonte de conceitos para a construção de seu arcabouço teórico (no caso de Popper, que utiliza as ideias de instrução e seleção, próprias do darwinismo, para construir a sua argumentação acerca do progresso).

Conforme exposto anteriormente²⁹, a concepção de Popper aproximou-se da ideia de verdade no seguinte sentido: adotando o critério de falseabilidade de teorias concorrentes e rivais, que são submetidas a testes que visam refutá-las, pretende-se alcançar uma teoria que resista aos testes, que por não ser falseada, aproxima-se mais da verdade. Trata-se da ideia de verossimilhança, que como já foi dito, foi abandonada por Popper posteriormente. Por sua vez, Kuhn empreende um movimento contrário, visando desvincular a sua teoria da noção de verdade, ao defender que o processo de desenvolvimento científico não pretende alcançar um objetivo final, que seria uma verdade científica absoluta, mas sim “um aumento de articulação e especialização do saber científico” (KUHN, 1978, p. 215). A questão da verdade parece ser o ponto em que Popper e Kuhn mais divergem em relação às suas teorias acerca do progresso científico.

Com exceção da importância que conferem à verdade, Popper e Kuhn construíram suas respectivas teorias de maneira muito semelhante, algo que pode ser percebido mediante a comparação entre as duas concepções. Em primeiro lugar, ambos admitem que o processo para a escolha de uma nova teoria (Popper) ou paradigma

²⁹ Ver página 16.

(Kuhn) inicia-se com o surgimento de um determinado problema que a concepção científica vigente não consegue resolver. Popper enxerga esse problema como um desafio para a teoria dominante, enquanto que Kuhn é ainda mais preciso, ao designar tal problema como uma anomalia. A visão de Kuhn aparenta ser mais clara ao designar o problema como algo que pode ser resolvido pela ciência normal; e a anomalia como um problema que não pode ser resolvido com os métodos de pesquisa vigentes, podendo ser resolvido apenas com a emergência de um novo paradigma, fruto das disputas travadas durante o período da ciência revolucionária. Interessante notar que tanto a resolução de problemas quanto de anomalias representa progresso: no primeiro caso, no âmbito da ciência normal; e no caso da anomalia, ao fazer com que esta seja parte do novo paradigma.

Também podemos notar similaridade entre esses dois filósofos no que tange ao período que antecede o surgimento de uma nova teoria ou paradigma. No caso de Popper, há uma seleção dentre as teorias experimentais revolucionárias daquela que consegue resistir a um número maior de testes; algo similar às ideias de Kuhn, que defende que o processo de substituição de um paradigma ocasionará um período de ciência extraordinária, em que concepções científicas distintas competirão para se tornarem o novo paradigma, sendo que apenas uma delas logrará sucesso. Além disso, a própria ciência que surge após esse processo de mudança também pode ser considerada semelhante nas concepções de Popper e Kuhn, uma vez que estão centradas na ideia de problema: para Popper, uma nova teoria consegue detectar problemas que não foram percebidos anteriormente; enquanto que, para Kuhn (p. 138), não há explicitamente a descoberta de novos problemas, mas sim a redefinição dos antigos, em que problemas que eram considerados importantes pelo paradigma anterior podem ser remanejados para outras ciências ou mesmo perder o seu *status* científico, na oportunidade em que problemas que não foram estudados no passado passam a ser considerados importantes pelo novo paradigma vigente.

Por fim, até mesmo as próprias concepções de progresso apresentadas pelos dois autores podem ser consideradas próximas, uma vez que também envolvem a noção de problema. Isso porque, segundo Popper, ocorre progresso quando os problemas estão em um maior nível de profundidade do que os problemas da teoria anterior, e também em maior número; enquanto que Kuhn, por sua vez, também adota esse ideal

quantitativo, ao defender que uma matriz disciplinar que resolve mais problemas do que a matriz anterior representa progresso.

CONCLUSÃO

Este estudo buscou atingir o objetivo proposto de discutir a noção de progresso em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, a partir de uma abordagem ampla acerca da ideia de progresso, tanto em sua acepção mais geral, quanto em seu sentido científico. A pesquisa mostrou que o tema do progresso não é uma característica exclusiva de nossa época, mas que obteve os seus contornos mediante um processo histórico, em que vários pensadores contribuíram para enriquecer o debate sobre a questão, a partir de pontos de vista distintos, no qual se destacam, por exemplo, as concepções sobre o progresso histórico, visão que perdurou até meados do século XIX.

A pesquisa também permitiu expor a discussão relacionada ao progresso científico, que de certa forma substituiu a abordagem histórica do progresso a partir do século XIX, principalmente devido aos trabalhos de Herbert Spencer e Charles Darwin. Além disso, procurou destacar as ideias contemporâneas sobre a questão, expondo a concepção popperiana do progresso, o que possibilitou a sua comparação com a visão de Kuhn acerca do tema, no final do estudo. Trata-se de algo importante porque, ao comparar Popper e Kuhn, estamos mais próximos do debate contemporâneo sobre o progresso e, em um nível mais geral, acerca da própria ciência.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. 5ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ABBAGNANO, Nicola. **História da Filosofia**. Lisboa: Editorial Presença, 1970. Vol. 7. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/18398166/48/§-488>>. Acesso em 22 de novembro de 2013.

BACON, Francis. **Novum Organum**. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1979 (Os Pensadores).

BALCHIN, Jon. **Ciência: 100 cientistas que mudaram o mundo**. São Paulo: Madras, 2009.

CHIBENI, Silvio Seno. **Síntese de A Estrutura das Revoluções Científicas, de Thomas Kuhn**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/structure-sintese.htm>>. Acesso em 5 de dezembro de 2013.

GOMES, Nelson. **Os Progressos da Filosofia no Século XX**, in Samuel Simon (org.) *Um Século de Conhecimento: Arte, Filosofia, Ciência e Tecnologia no século XX*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p.795-871.

KUHN, Thomas. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 2ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1978 (Coleção Debates).

MELLO, Rafael Reis Pereira Bandeira de. **O Apostolado Positivista e o projeto da Ditadura Republicana no Brasil (1889-1891)**. Dissertação de Mestrado em História Social. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <www.ppghsuerj.pro.br/ppg/c.php?c=download_dissert&arq=83>. Acesso em 24 de novembro de 2013.

PEDUZZI, Luiz O. Q. **Sobre continuidades e discontinuidades no conhecimento científico: uma discussão centrada na perspectiva kuhniana**, in Cibelle Celestino Silva (org.) *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

POPPER, Karl Raimund. **Lógica das Ciências Sociais**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2004 (Biblioteca Tempo Universitário nº 50).

_____. **O incremento do conhecimento científico**, in David Miller (org.) *Textos escolhidos*. Rio de Janeiro: Contraponto: Editora PUC Rio, 2010, p.169-177.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da Filosofia: Do Romantismo até nossos dias**. 2ª ed. São Paulo: Paulus, 1991. Vol. 3 (Coleção Filosofia).